

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-291554

(43)公開日 平成6年(1994)10月18日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 D 3/06

B 4239-5 J

H 0 4 B 1/16

Z 2116-5 K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平5-74013

(22)出願日

平成5年(1993)3月31日

(71)出願人 000008013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 森 和広

兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三

菱電機株式会社通信機製作所内

(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

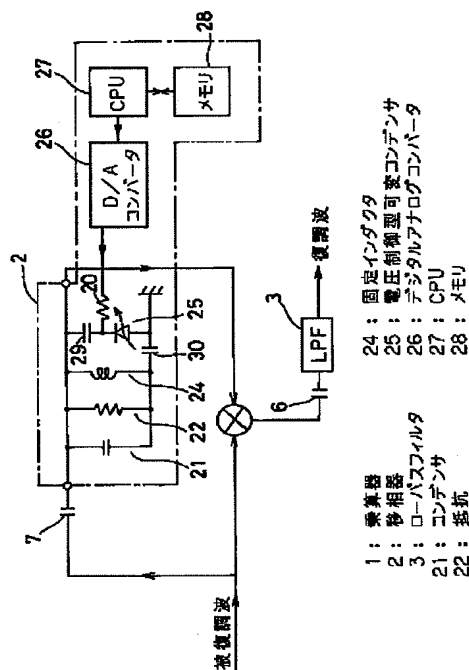
(54)【発明の名称】 FM無線機のクォドラチャ型復調回路およびその調整装置

(57)【要約】

【目的】 FM無線機のクォドラチャ型復調回路において、クォドラチャ型復調回路の移相器の調整を自動化する。

【構成】 クォドラチャ型復調回路の移相器2のリアクタンス分に、デジタルアナログコンバータ26により制御される電圧制御型可変リアクタンス素子25を含むようにした。

【効果】 クォドラチャ型復調回路の移相器の自動調整が可能になり、FM無線機の製造工程における調整工程を自動化できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被復調信号の位相を所定角度分移相させる移相器と、
この移相器により移相された被復調信号と移相されていない被復調信号とを乗算して復調を行なう乗算器と、
上記移相器の内部に設けられ、アナログ制御電圧に応じてリアクタンス分が変化する電圧制御型可変リアクタンス素子と、
この電圧制御型可変リアクタンス素子に対し、アナログ制御電圧を出力するデジタルアナログコンバータと、
このデジタルアナログコンバータに対し移相器調整用のデジタル制御データを出力するデジタル制御回路とを備えたことを特徴とする FM 無線機のクオドラチャ型復調回路。

【請求項 2】 請求項 1 記載の FM 無線機のクオドラチャ型復調回路を調整する装置であって、
上記乗算器の出力を測定する交流電圧計と、
上記デジタル制御回路に対し移相器調整用のデジタル制御データを適宜出力し上記交流電圧計の出力が最大になるデジタル制御データを検出する調整用制御回路とを備えたことを特徴とする FM 無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、FM 受信機のクオドラチャ型復調回路およびその調整装置に関するものであり、特にクオドラチャ型復調回路の調整の自動化を図れるように改良したものである。

【0002】

【従来の技術】 FM 受信機のクオドラチャ型復調回路は、復調すべき入力信号とこれと 90° 位相がずれた信号を乗算することによりその復調結果を取出すようにしたものであり、簡単な構成で FM 復調が可能な反面、 10 KHz ないし 20 KHz 程度の狭帯域の復調しか行なえないものである。従って、例えば自動車無線等の移動体通信装置における復調器のように、専ら 455 KHz の FM 波を復調する、といった用途に用いられる。

【0003】 図 2 はこのような従来のクオドラチャ復調回路のブロック図である。図において、1 はその 2 つの入力をアナログ的に乗算する乗算器、2 は乗算器 1 の一方の入力信号の位相を所定の角度分移相して乗算器 1 の他方の入力に出力する移相器であり、それぞれ相互に並列に接続されたコンデンサ 21、抵抗 22、可変インダクタ 23、およびこの 3 つの回路要素 21、22、23 の非入力側の共通接続点とグランド間に接続されたコンデンサ 30 から成る。そして、この回路要素 21~23 および 30 のうち、21 は例えば 330 pF の容量を有するコンデンサ、22 は例えば $10\text{ k}\Omega$ の抵抗値を有する抵抗、23 は例えば $330\text{ }\mu\text{H}$ の値を持つ可変インダクタである。また、30 は例えば $0.01\sim 0.1\text{ }\mu\text{F}$

の容量を有するバイパスコンデンサである。また、7 は被復調波の直流成分を除去して移相器 2 に入力するカップリングコンデンサであり、例えば 10 pF の容量を有する。3 はこの乗算器 1 の出力の低域成分を通過するローパスフィルタであり、例えば 50 KHz のカットオフ周波数を有する。6 は乗算器 1 とローパスフィルタ 3 との間に介挿され、乗算器 1 の出力直流成分を除去してローパスフィルタ 3 に入力する直流カット用のコンデンサであり、例えば $0.1\text{ }\mu\text{F}$ の容量を有する。

【0004】 次に動作について説明する。被復調波は乗算器 1 および移相器 2 に入力される。移相器 2 は、コンデンサ 21、抵抗 22、可変インダクタ 23 より構成された共振器となっており、可変インダクタを調整することにより、被変調波の搬送波の周波数で入出力の位相が 90° ずれ、搬送波周波数の前後で位相が直線的に変化するように設定されている。さらに移相器 2 の出力は乗算器 1 の他方の入力に入力され、よって乗算器 1 には、被変調波および被変調波と 90° 位相がずれた波が入力される。上記の 2 つの波は、乗算器により乗算され、ローパスフィルタ 3 に入力され、ローパスフィルタ 3 は乗算器 1 の出力中の高域成分を除去し、復調波を出力する。なお理論上、上記移相器 2 において入出力の位相が 90° ずれる周波数は、コンデンサ 21、抵抗 22 および可変インダクタ 23 から成る並列共振器の共振点に等しい周波数であるはずであるが、現実には被変調波の搬送波周波数と上記移相器 2 の並列共振周波数を正確に一致させることが事実上不可能な点と、並列共振点を工作上、正確に調整することが現実には不可能なため、復調波出力レベルの最大点、もしくは復調波歪の最小点等を共振点の代用として可変インダクタを調整する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の FM 無線機のクオドラチャ型復調回路は以上のように構成されているので、移相器の調整のため可変インダクタを手動で調整せねばならず、その製造工程において調整工程を余分に必要とし、これが装置のコストアップにつながったり、また、調整に熟練が必要であるなどの問題点があった。

【0006】 この発明は、上記のような従来のものの問題点を解消するためになされたもので、移相器の調整を自動的に行なうことができる FM 無線機のクオドラチャ型復調回路およびその調整回路を得ることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 この発明に係る FM 無線機のクオドラチャ型復調回路は、そのクオドラチャ型復調回路において、移相器の構成要素の一つである可変インダクタを、固定インダクタ素子およびデジタルアナログコンバータで制御される電圧制御型可変リアクタンス素子より構成し、このデジタルアナログコンバータに対しデジタル制御回路より移相器調整用のデジタ

ル制御データを出力するようにしたものである。

【0008】また、この発明に係るFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置は、乗算器の出力を測定する交流電圧計と、クオドラチャ型復調回路のデジタル制御回路に対し移相器調整用のデジタル制御データを適宜出力し上記交流電圧計の出力が最大になるようなデジタル制御データを検出する調整用制御回路とを設けるようにしたものである。

【0009】

【作用】この発明におけるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の移相器は、以上のように、そのリアクタンス分が、固定インダクタンスと、デジタルアナログコンバータで制御される電圧制御型可変リアクタンス素子とにより回路が構成されるため、移相器の調整の自動化に適した構成のものを得られる。

【0010】また、この発明におけるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整回路は、移相器の乗算器の出力を交流的に測定しこれを最大にするような調整用のデジタル制御データを自動的に検出するので、移相器の調整の自動化が可能となる。

【0011】

【実施例】実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1はこの発明の一実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路を示す。図において、1はその2つの入力をアナログ的に乗算する乗算器、2は乗算器1の一方の入力信号の位相を所定の角度分移相して乗算器1の他方の入力に出力する移相器であり、それぞれ相互に並列に接続されたコンデンサ21、抵抗22、固定インダクタ24およびこの回路要素21、22、24の非入力側の共通接続点とグランド間に接続されたコンデンサ30と、グランドと回路要素21、22、24の入力側の共通接続点との間に相互に直列に接続された電圧制御型可変コンデンサ25、および固定コンデンサ29と、電圧制御型可変コンデンサ25に印加すべきアナログ電圧値に相当する情報を記憶するメモリ28と、このメモリ28の情報を読み出すことにより移相器調整用のデジタル制御電圧を出力するデジタル制御回路としてのCPU27と、このCPU27によりメモリ28から読み出された情報をアナログ電圧信号に変換するD/Aコンバータ26と、電圧制御型可変コンデンサ25と固定コンデンサ29の共通接続点と、D/Aコンバータ26の出力との間に接続された抵抗20より成る。

【0012】また、21は例えば330pFの容量を有するコンデンサ、22は例えば10kΩの抵抗値を有する抵抗、24は例えば330μHの値を持つ固定インダクタ、30は例えば0.01~0.1μFの容量を有するバイパスコンデンサ、25は10~50pFの容量を持つ電圧制御型可変容量コンデンサ、29は例えば220pFの容量を持つキャパシタ、20は例えば100k

Ωの値を持つ抵抗である。また、7は被復調波の直流成分を除去して移相器2に入力するカップリングコンデンサであり、例えば10pFの容量を有する。3は乗算器1の出力の低域成分を通過するローパスフィルタであり、例えば50kHzのカットオフ周波数を有する。6は乗算器1とローパスフィルタ3との間に介挿され、乗算器1の出力直流成分を除去してローパスフィルタ3に入力する直流カット用のコンデンサであり、例えば0.1μFの容量を有するものである。

【0013】本実施例の移相器は以上のように構成されており、図2に示す従来の移相器では、上述のように、コンデンサ21、抵抗22および可変インダクタ23で回路が構成されていたが、本実施例では可変インダクタ23に代えて固定インダクタ24が用いられており、これにさらに電圧制御型可変容量コンデンサ25、D/Aコンバータ26、CPU27、メモリ28が付加されて回路が構成されている。

【0014】次に本実施例の動作について説明する。まず、後述する調整装置によって、調整が完了した状態のデータがメモリ28に書き込まれているものとする。CPU27はこのメモリ28の所定の番地に書き込まれた同一のデータを定期的に読出し、これをD/Aコンバータ26に出力する。D/Aコンバータ26はこの定期的に読出されるデータをアナログ直流電圧に変換して抵抗20を介して電圧制御型可変容量コンデンサ25に印加する。これにより、電圧制御型可変容量コンデンサ25はこのアナログ直流電圧に応じた容量を持つこととなり、移相器2はこの電圧制御型可変容量コンデンサ25、コンデンサ21、抵抗22、固定容量24で決まる位相特性でその入力信号を移相することになる。

【0015】従って、この実施例によれば、移相器の構成要素の1つである可変インダクタを、固定インダクタンスおよび電圧制御型の可変リアクタンスにより構成しており、この電圧制御型の可変リアクタンスをメモリに記憶されたデータに応じてD/A変換したアナログ電圧により制御するようにしたので、FM無線機のクオドラチャ型復調回路の移相器として、自動調整に適した構成のものを得ることができる。

【0016】このため、後述する調整装置により、メモリ28に適切なデータを書き込むことにより、人手作業を要することなく、復調波出力レベルの最大点、もしくは復調波歪の最小点等を測定して、移相器の共振周波数を自動的に調整することができ、移相器の調整を自動的に行なうことができる。

【0017】実施例2. 以下に、その調整の自動化を行なう装置である本発明の第2の実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置を図3を用いて説明する。図3において、1、2、21、22、24、25、26、27、28は図1と同じものである。4は低域通過フィルタ3から出力される復調出力を測定するA

C電圧計、5はこのAC電圧計4の測定電圧を自動測定し、これに基づいて移相器2のメモリ28に移相器調整用のデータを注入し、CPU27に割り込みをかける試験用制御回路としてのコンピュータである。

【0018】ここで、例えば以下のように装置の条件を設定する。即ち、D/Aコンバータ26は0~5Vの範囲でその出力を可変できるものとし、その分解能を8ビットとする。また、CPU27は8ビット動作で割り込みがかかると、メモリ28の所定の番地の値（以下、値Aと称す）を読み込み、値AをD/Aコンバータ26に出力する。ここでコンピュータ5がAC電圧計4の値を読み込むことができ、メモリの所定番地の値を書き替えることができ、かつ割り込みをかけることができるならば、値Aを0（=0V）から255（=5V）まで256（=2⁸）段階に振ってAC電圧計4の値を読み込むようにすれば、復調波出力が最大となる値Aはこれを容易に見つけることができる。

【0019】図5はこの検査時の移相器2のCPU27の動作を示すフローチャート図、図6はAC電圧計の自動計測を行なうコンピュータ5の動作を示すフローチャート図である。図5において、移相器2のCPU27はコンピュータ5から割り込みがかかっているか否かを検出し（ステップ27a）、割り込みがあればメモリ28の所定の番地の内容を読み込み（ステップ27b）、このメモリ28から読出した値をD/Aコンバータ26に出力する（ステップ27c）。

【0020】このD/Aコンバータ26に出力された値はこれに応じたアナログ電圧に変換されて電圧制御型可変容量コンデンサ25に印加され、該電圧制御型可変容量コンデンサ25はこのD/Aコンバータ26の出力電圧に応じた容量値を呈する。この電圧制御型可変容量コンデンサ25の容量値、およびコンデンサ21、抵抗22、固定インダクタ24の値によって決まる位相特性を有する移相器2によって移相された被復調信号は、元々の被復調信号とともに乗算器1で乗算され、その乗算結果がコンデンサ6および低域通過フィルタ3を介してAC電圧計4に入力され、これによってそのAC電圧が測定され、その測定値がデジタル信号にてコンピュータ5に出力される。

【0021】ここで、図6において、コンピュータ5はメモリ28の所定の番地に書き込むべき値Aを0とし（ステップ5a）、CPU27に対し割り込みをかけてこの値をメモリ28の所定番地に書き込む（ステップ5b）。そしてこれにより上述のようにして出力された復調器の出力をAC電圧計4の値を読むことにより測定し（ステップ5c）、値Aに1を加える（ステップ5d）。そしてこの時のAC電圧計4の値が最大であるか否かを判定し（ステップ5e）、この値が最大でなければ、最大の値を検出できるまで以上の処理を繰り返す（ステップ5f）。このようにして、AC電圧計4によ

り本復調回路の出力が最大となる点を自動的に検出することにより、移相器の共振点を自動的に調整でき、人手作業を要した調整工程を自動化でき、FM無線機を安価に得ることができる。

【0022】また、上記図6に示された処理は原理的なもので、移相器の共振点を自動的に検出できるものであれば、どのような処理を行なうものであってもよい。

【0023】実施例3。即ち、例えば図7に示すように、256段階で電圧を変化させるうちの適当な3~5点のみで電圧測定を行なって（ステップ5g）、位相特性の概略形状を把握し、そのうちの復調器の出力が最大となるピークを含む2点を検出し（ステップ5h）、その2点を両端とする区間を2分割して（ステップ5i）、そのいずれの側にピークが含まれるかを検出し（ステップ5j）、ピークを検出できるまでこれを順次繰り返すことにより（ステップ5k）、移相器の共振点の自動検出をより高速に実行することも可能である。

【0024】実施例4。また、上記実施例ではコンデンサ21と電圧制御型可変容量コンデンサ25とを別個に設けるようにしたが、このコンデンサ21の容量は電圧制御型可変容量コンデンサ内に含ませるようにしてもよい。

【0025】図4は、このように構成した本発明の第4の実施例の回路図であり、図1の回路との相違点は、図1においてはコンデンサ21が存在するのに対し、図4には、上記コンデンサがない点である。このようにコンデンサ21の容量を電圧制御型可変容量コンデンサ25に含ませることも可能であり、これにより、装置を若干簡単に構成できるという効果がある。なお、この図4の回路も図3の調整回路で調整できることは言うまでもない。

【0026】

【発明の効果】以上のように、この発明に係るFM無線機のクオドラチャ型復調回路によれば、移相器の内部に、アナログ制御電圧に応じてリアクタンス分が変化する電圧制御型可変リアクタンス素子を設け、これをデジタル制御回路により出力された移相器調整用のデジタル制御データをアナログ電圧に変換してその容量値を制御するようにしたので、簡単な回路の追加によりその自動調整に適した構成が得られるという効果がある。

【0027】また、この発明に係るFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置によれば、乗算器の出力を交流電圧計で測定し、クオドラチャ型復調回路のデジタル制御回路に対し移相器調整用のデジタル制御データを出力し上記交流電圧計の出力が最大になるようなデジタル制御データを自動的に検出するようにしたので、移相器の調整の自動化が可能となり、FM無線機を安価に提供できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例によるFM無線機のクオド

ラチャ型復調回路の回路図である。

【図2】従来のFM無線機のクオドラチャ型復調回路の回路図である。

【図3】この発明の一実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置の回路図である。

【図4】この発明の第4の実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の回路図である。

【図5】この発明の一実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路のCPUの動作を示すフローチャート図である。

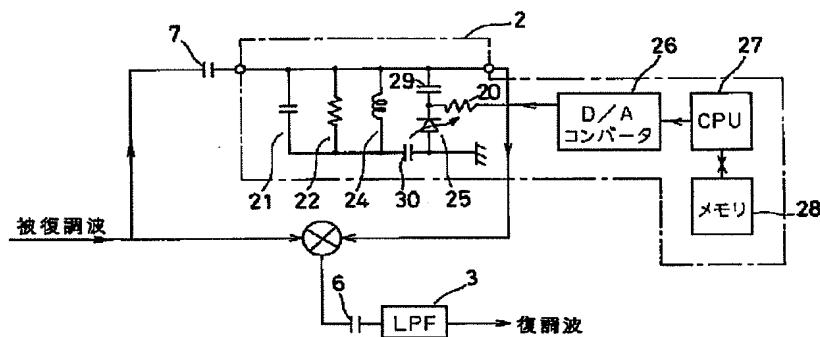
【図6】この発明の一実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置におけるコンピュータの動作の一例を示すフローチャート図である。

【図7】この発明の一実施例によるFM無線機のクオドラチャ型復調回路の調整装置におけるコンピュータの動作の他の例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

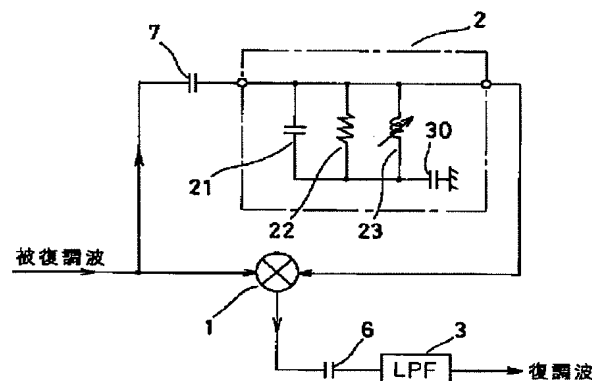
- | | |
|----|----------------|
| 1 | 乗算器 |
| 2 | 移相器 |
| 3 | ローパスフィルタ |
| 4 | AC電圧計 |
| 5 | コンピュータ |
| 21 | コンデンサ |
| 22 | 抵抗 |
| 23 | 可変インダクタ |
| 24 | 固定インダクタ |
| 25 | 電圧制御型可変容量コンデンサ |
| 26 | デジタルアナログコンバータ |
| 27 | CPU |
| 28 | メモリ |

【図1】



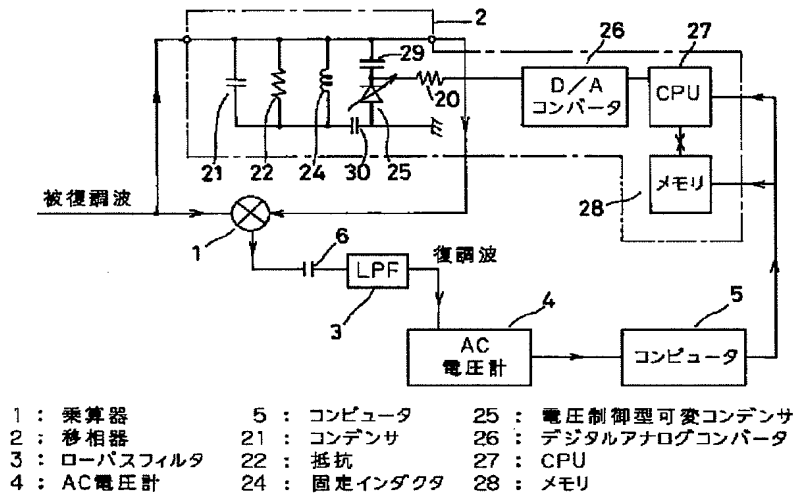
- | | |
|--------------|--------------------|
| 1 : 乗算器 | 24 : 固定インダクタ |
| 2 : 移相器 | 25 : 電圧制御型可変コンデンサ |
| 3 : ローパスフィルタ | 26 : デジタルアナログコンバータ |
| 21 : コンデンサ | 27 : CPU |
| 22 : 抵抗 | 28 : メモリ |

【図2】

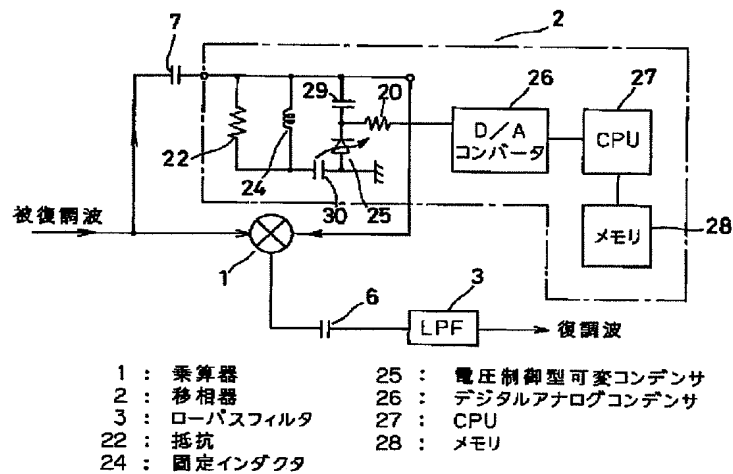


- | |
|--------------|
| 1 : 乗算器 |
| 2 : 移相器 |
| 3 : ローパスフィルタ |
| 21 : コンデンサ |
| 22 : 抵抗 |
| 23 : 可変インダクタ |

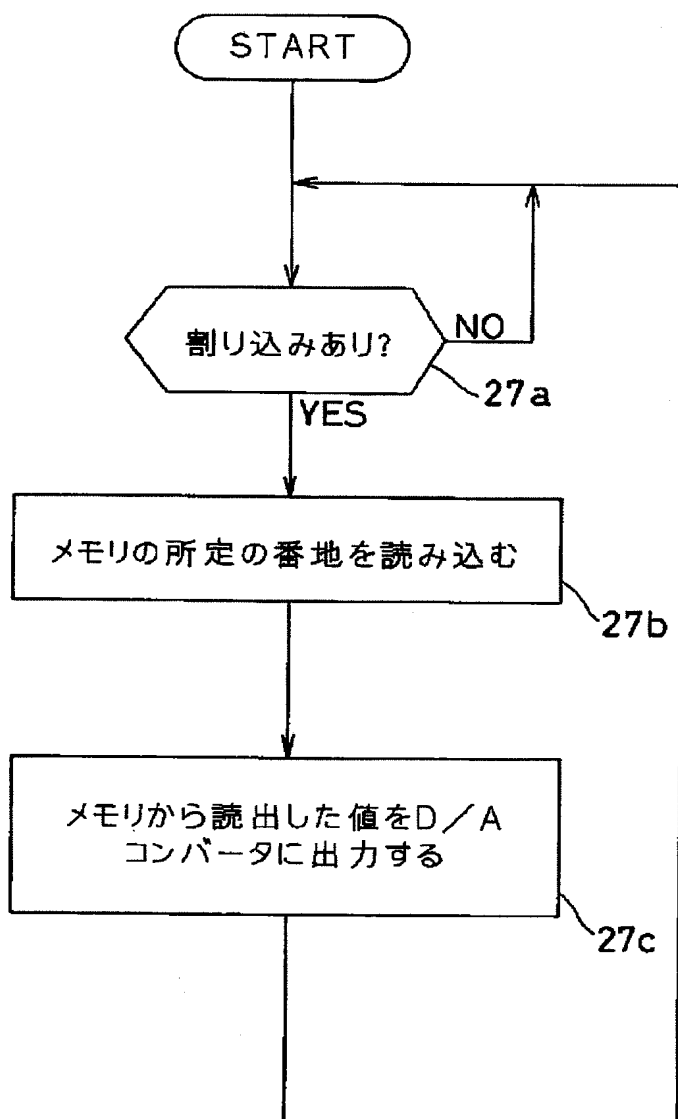
【図3】



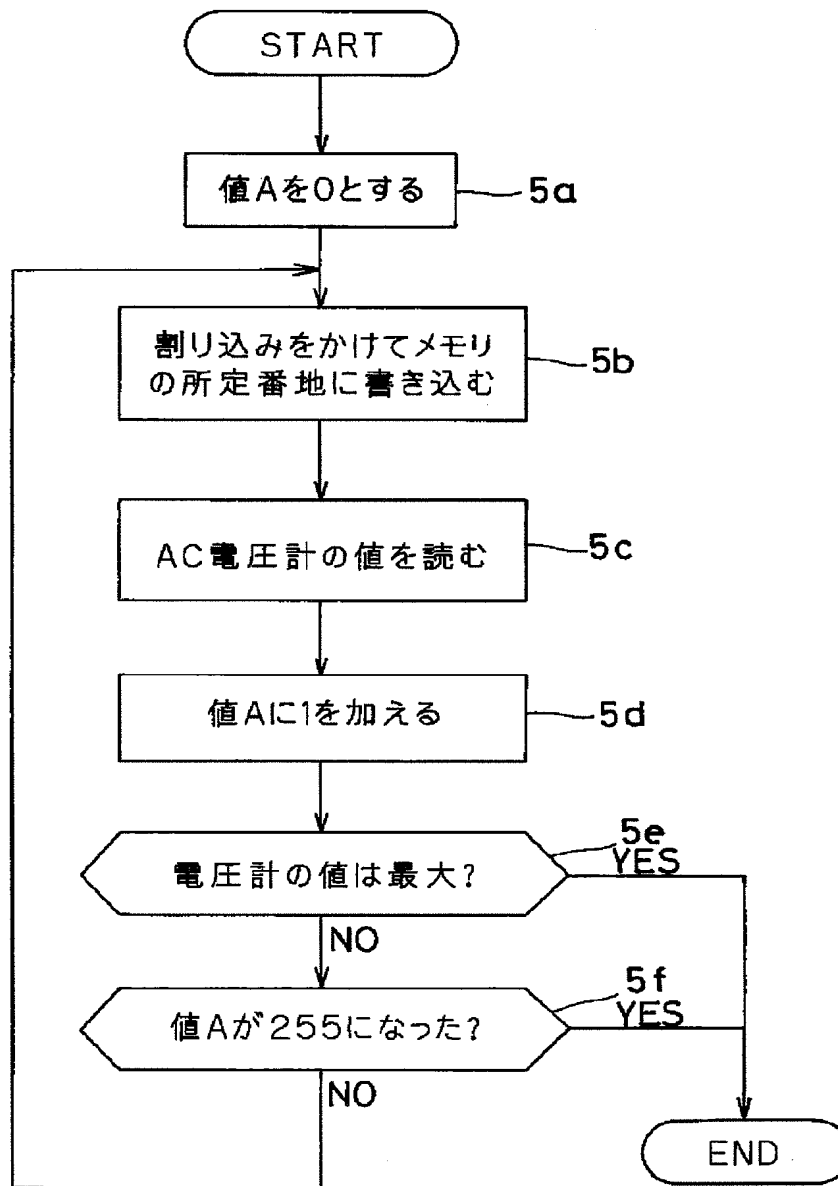
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

